



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 21 175 C 1

⑤1 P 203 052 / wo / n  
Int. Cl. 8:  
B 60 T 13/66  
B 60 T 8/60

②1 Aktenzeichen: 195 21 175.8-21  
②2 Anmeldetag: 10. 6. 95  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 11. 7. 96

DE 195 21 175 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover, DE

⑦2 Erfinder:

Prinzler, Hubertus, 30853 Langenhagen, DE; Maron,  
Christof, 30989 Gehrden, DE; Dieckmann, Thomas,  
Dr.-Ing., 30982 Pattensen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 39 570 A1

⑤4 Elektrisch regelbares Bremssystem

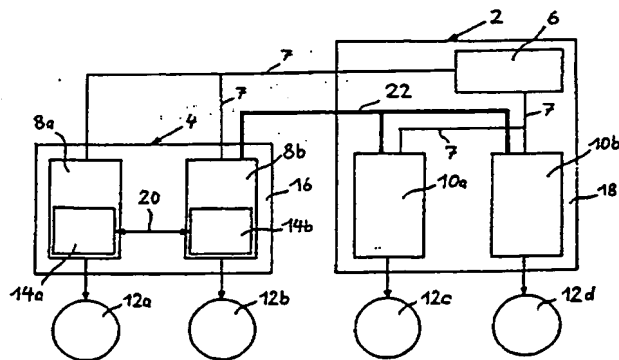
⑤7 Bei einem elektrisch/elektronisch regelbaren Bremssystem, mit einer Bremsbetätigungseinrichtung (6), mit mindestens zwei Bremskreisen (2, 4) und mit jeweils zwei Prozessoren (8a, b), (10a, b) je Bremskreis (2, 4) für die Ansteuerung von Aktuatoren (12a-d) und für die Steuerung/Regelung weiterer Funktionen, wie z. B. Schlupfregelfunktionen, wobei die Prozessoren (8a, b) bzw. (10a, b) der Hinter- und Vorderradbremmssteuerung/Regelung jeweils in einem hinteren (16) und einem vorderen Steuergerät (18) zusammengefaßt sind, soll die Zuordnung der Funktionsinhalte elektrischer Steuereinheiten für die beiden Bremskreise - unter besonderer Berücksichtigung der Zuverlässigkeit - optimiert werden.

Die Bremsbetätigungseinrichtung (6) gibt ihre Betätigungsfunktion über Signalleitungen (7) an alle Prozessoren (8a, b; 10a, b) weiter.

Um mit einer minimalen Anzahl von Prozessoren auszukommen, übernehmen die Prozessoren (8a, b) des Hinterachskreises (2) zusätzliche Funktionen (14a, b) der Gesamtfahrzeugregelung, wie (ABS)-Referenzgeschwindigkeitsbildung, Fahrdynamikregelung usw.

Vorzugsweise stehen die hochintegrierten Prozessoren (8a, b) an der Hinterachse - zwecks gegenseitiger Kontrolle und Abschaltung im Fehlerfall - miteinander in Wirkverbindung (20).

Fahrzeug-Bremssysteme, insbesondere vom Brake-by-wire-Typ.



DE 195 21 175 C 1

Die Erfindung betrifft ein elektrisch/elektronisch regelbares Bremssystem, insbesondere vom Brake-by-wire-Typ, mit mindestens zwei Bremskreisen, wie es z. B. durch die DE 43 39 570 A1 bekannt ist.

Bei derartigen Bremssystemen soll die Zuordnung der Funktionsinhalte elektronischer Steuereinheiten für die beiden Bremskreise — unter besonderer Berücksichtigung der Zuverlässigkeit — optimiert werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Bremssystem der genannten Art durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch die unterschiedlichen Funktionsinhalte und damit verbundenen unterschiedlichen Integrationsgrade der dabei verwendeten einzelnen Prozessoren kommt man im Gesamtsystem mit einer minimalen Anzahl von Prozessoren aus.

Dadurch, daß die Prozessoren des Hinterachskreises zusätzliche Funktionen der Gesamtfahrzeugregelung, wie (ABS)-Referenzgeschwindigkeitsbildung, Fahrdynamikregelung usw., übernehmen, ist der Integrationsgrad der Prozessoren an der Vorderachse geringer als an der Hinterachse. Damit ist die Systemzuverlässigkeit an der Vorderachse entsprechend höher als an der Hinterachse.

Alle Funktionen werden redundant behandelt. Alle Prozessoren erhalten die dreifach redundanten Bremspedalsignale. Jeder Prozessor ist in der Lage, bei Ausfall der sogenannten "höheren" Funktionen, die die Gesamtfahrzeugregelung betreffen, eine Grundbremsfunktion auf der Basis der reinen Bremspedalsignale zu verwirklichen.

Bei der Ausstattung der den Hinterrädern zugeordneten radindividuellen elektronischen Steuerungs-/Regelungseinheiten mit "höheren Funktionen" und der Verknüpfung dieser beiden Einheiten miteinander geht die Erfindung von der Tatsache aus, daß in einem elektrischen Bremssystem üblicherweise eine Einheit für sogenannte übergeordnete oder "höhere" Funktionen vorgesehen ist. Hierunter sind Funktionen zu verstehen, die sich auf das gesamte Fahrzeug beziehen, d. h. nicht radbezogene sondern fahrzeugbezogene Funktionen. Bisher wurden diese "höheren Funktionen" zentral verarbeitet. Würde man diese fahrzeugbezogenen Funktionen auch jeweils in alle radindividuellen Bremssteuerungs-/Regelungseinheiten integrieren wollen, so wären die hierfür erforderlichen einerseits aufwendigen und teuren und andererseits komplexeren und statistisch störanfälligeren Prozessoren sogar viermal erforderlich, ohne gleichzeitig die Betriebssicherheit zu erhöhen.

Erfindungsgemäß werden nunmehr auch diese "höheren Funktionen", die das Gesamtsystem des Fahrzeugs betrachten, wie z. B. die elektronische Bremskraftverteilung und die Bildung der Referenzgeschwindigkeit des Fahrzeugs, in die radindividuellen elektronischen Steuerungs-/Regelungseinheiten mit integriert. Aber nicht an allen vier Rädern sondern nur an zwei Rädern, und zwar an den Hinterrädern. Der Vorschlag, wonach lediglich die hinteren Räder mit Einheiten für die "höheren Funktionen" auszustatten sind, geht von folgender Überlegung aus: Diese "höheren Funktionen" sind bedeutend und entscheidend für die Fahrsicherheit, denn damit können die einzelnen Räder ohne Pedalbetätigung abgebremst werden und damit wird der Bremsablauf des Fahrzeugs koordiniert. Bei den "höheren Funktionen" handelt es sich um aufwendige Funktionen.

Aus Sicherheitsgründen darf man diese "höheren

Funktionen" nicht nicht-redundant ablaufen lassen. Deshalb müssen sich diese "höheren Funktionen" gegenseitig kontrollieren und werden daher zweifach benötigt. Entsprechend stehen die hochintegrierten Prozessoren an der Hinterachse miteinander in Wirkverbindung. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, daß sich die beiden Prozessoren bezüglich der zusätzlichen Funktionen für die Gesamtfahrzeugregelung gegenseitig kontrollieren und sich im Fehlerfall abschalten.

An der für die Fahrsicherheit besonders relevanten Hinterachse ist somit ein Radblockieren durch Prozessorfehlfunktionen ausgeschlossen, während an der Vorderachse, die den überwiegenden Teil der Bremskraft aufbringt, eine sehr niedrige Ausfallrate gewährleistet ist.

Wenn man an beiden Achsen eine derartige gegenseitige (Links-Rechts-)Kontrolle einführen würde, ergäbe sich eine beträchtliche Verringerung der Ausfallsicherheit. Denn immer wenn in einer Einheit eines Hinterrades ein Fehler auftritt, schaltet sich der gesamte Block der Hinterachse (beide radindividuellen Steuerungs-/Regelungseinheiten) ab. Es kann zwar erkannt werden, ob ein Fehler aufgetreten ist; weil es sich aber nicht um eine Dreiprozessorstruktur handelt, kann nicht erkannt werden, an welchem Hinterrad ein solcher Fehler entstanden ist. Als Folge davon schaltet sich das ganze System ab, was bedeutet, daß die Bremsaktoren an der Hinterachse ausfallen. Es findet also eine Kontrolle mit Abschaltfunktion statt.

Fände eine gegenseitige Kontrolle auch an der Vorderachse des Fahrzeugs statt, dann wäre das System nicht mehr in der Lage, die Anforderungen an die Gesamtzuverlässigkeit zu erfüllen.

Da der Abschaltbefehl auch die Grundfunktionen mit umfaßt, ist erfindungsgemäß eine Durchführung der Links-Rechts-Kontrolle auf die Hinterachse beschränkt, denn an der Hinterachse werden lediglich ca. 30% der Bremskraft aufgebracht. Tritt demnach in den "höheren Funktionen" ein Fehler auf, so ist der verbleibende Anteil an Grundfunktion zum Bremsen die 70% der an der Vorderachse vorhandenen Bremskraft.

Da die "höheren Funktionen" in die radindividuellen elektronischen Steuerungs-/Regelungseinheiten mit integriert werden, können separate Prozessoren für diese "höheren Funktionen" eingespart werden.

An der Vorderachse gibt es keine gegenseitige Kontrolle. Deshalb werden im Fehlerfall nicht die beiden Bremsaktoren der Vorderachse abgeschaltet und deshalb geht im Fehlerfall die Bremswirkung an der wichtigen Vorderachse nicht vollständig verloren.

Im schlimmsten Fall (worst case) wäre es denkbar, daß ein Vorderrad entweder ganz ausfällt oder völlig blockiert ("zufährt"). Ein solches Radblockieren ist an der Vorderachse bedeutend unkritischer als an der Hinterachse. An der Hinterachse kann ein Radblockieren zum Schleudern führen. Durch den Verzicht auf eine wechselseitige Kontrolle an der Vorderachse wird eine größere Systemzuverlässigkeit in der Ausfallrate erreicht. Wegen der fehlenden gegenseitigen Kontrolle kann ein einzelner Fehler zwar schwerwiegender sein, aber die Wahrscheinlichkeit, daß beide Bremsen an der Vorderachse gleichzeitig ausfallen, ist sehr gering. Im schlimmsten Fall bremsst eine Vorderradbremse nicht mehr mit.

Die Informationen der Bremsbetätigungseinrichtung werden zu jeder Steuerungs-/Regelungseinheit einzeln geführt, über einen CAN-BUS, der die radindividuellen Steuerungs-/Regelungseinheiten miteinander verbind-

det, werden die Informationen, die aus den "höheren Funktionen" abgeleitet werden nach vorne übermittelt, d. h., wenn die "höheren Funktionen" eine spezifische Bremskraftaufteilung wünschen, wird diese über den CAN-BUS nach vorne übermittelt. Wird dieser CAN-BUS durchtrennt, so können alle Prozessoren in den Grundfunktionen weiterarbeiten, denn alle haben die direkte Bremspedalinformation.

Bei der Zuordnung von Prozessoren und deren Funktionen in Diagonalfremskreisen ist eine spezielle Fehler-Logik sowie eine entsprechende Kopplung der Prozessoren der Radbremsen der Hinterachse über die Grenzen des einzelnen Bremskreises hinweg notwendig und vorgesehen.

Insgesamt ist mit dem erfindungsgemäßen Bremssystem eine Minimierung des Elektronikaufwands und der damit verbundenen Kosten bei hoher Systemzuverlässigkeit gegeben.

Das Bremssystem ist bei allen radgestützten Transportmitteln anwendbar.

Die Erfindung soll anhand des folgenden Schemas erläutert werden.

Das Blockdiagramm zeigt ein elektrisch/elektronisch regelbares Zweikreis-Bremssystem mit den beiden Bremskreisen 2, 4 und einer Bremsbetätigungseinrichtung 6, bei dem die Hinterradbremse und die Vorderradbremse jeweils zu einem Bremskreis 2, 4 zusammengefaßt sind, und wobei wiederum die beiden jeweiligen, zur Steuerung/Regelung vorgesehenen Prozessoren 8a, b; 10a, b jeweils ein gemeinsames hinteres 16 und vorderes Steuergerät 18 bilden. Die einzelnen Prozessoreinheiten 8a, b; 10a, b nehmen die Steuerung der Aktuatoren 12a—d und weiterer radindividueller Funktionen, wie lokale Schlupfregelungsfunktionen, an den Rädern, denen sie jeweils zugeordnet sind, wahr.

Die Prozessoren 8a, b des Hinterachskreises 2 übernehmen zusätzliche sogenannte "höhere" Funktionen 14a, b der Gesamtfahrzeug-Steuerung/Regelung, wie z. B. (ABS)-Referenzgeschwindigkeitsbildung, Fahrdynamikregelung usw. Diese die Gesamtfahrzeugsteuerung/Regelung betreffenden "höheren" Funktionen 14a, b stehen zwecks gegenseitiger Kontrolle miteinander in Wirkverbindung 20. Darüber hinaus verbindet ein CAN-BUS 22 die radindividuellen Steuerungs-/Regelungseinheiten 8a, b; 10a, b miteinander. Die Bremsbetätigungseinrichtung 6 gibt ihre Betätigungsfunktion über Signalleitungen 7 an alle Prozessoren 8a, b; 10a, b weiter.

#### Bezugszeichenliste

- 2 Vorderradbremskreis
- 4 Hinterradbremskreis
- 6 Bremsbetätigungseinrichtung
- 7 Signalleitungen
- 8a, b Prozessoren Hinterradbremsteuerung/Regelung
- 10a, b Prozessoren Vorderradbremsteuerung/Regelung
- 12a—d Bremsaktuatoren
- 14a, b zusätzliche, die Gesamtfahrzeugsteuerung/Regelung betreffende Funktionen
- 16 hinteres Steuergerät
- 18 vorderes Steuergerät
- 20 Wirkverbindung zwischen den "höheren" Funktionen der Hinterradprozessoren 22 CAN-BUS

1. Elektrisch/elektronisch regelbares Bremssystem, insbesondere vom Brake-by-wire-Typ, mit einer Bremsbetätigungseinrichtung (6), mit mindestens zwei Bremskreisen (2; 4), und mit jeweils zwei Prozessoren (8a, b), (10a, b) je Bremskreis (2; 4) für die Ansteuerung von Aktuatoren (12a bis 12d) und für die Steuerung/Regelung weiterer Funktionen, wie z. B. Schlupfregelungen, wobei die Prozessoren (8a, b) bzw. (10a, b) der Hinter- bzw. Vorderradbremsteuerung/Regelung jeweils in einem hinteren (16) und einem vorderen Steuergerät (18) zusammengefaßt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsbetätigungseinrichtung (6) ihre Betätigungsfunktion über Signalleitungen (7) an alle Prozessoren (8a, b; 10a, b) weitergibt, und daß die Prozessoren (8a, b) der Radbremsen (12a, b) der Hinterachse bzw. des Hinterachskreises (2) zusätzliche Funktionen (14a, b) der Gesamtfahrzeugregelung wie (ABS)-Referenzgeschwindigkeitsbildung, Fahrdynamikregelung usw., übernehmen.
2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hochintegrierten Elektronikeneinheiten (Prozessoren) (8a, b) an der Hinterachse — zwecks gegenseitiger Kontrolle und Abschaltung im Fehlerfall — miteinander in Wirkverbindung (20) stehen.
3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozessoren (10a, b) an der Vorderachse und das aus den beiden Prozessoreinheiten (8a, b) gebildete Steuergerät (16) an der Hinterachse über CAN-BUS (22) miteinander in Verbindung stehen.
4. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Diagonalkreisauflösung Wirkverbindungen zwecks Kommunikation der Prozessoren (8a, b; 10a, b) mit den Zusatzfunktionen (14a, b) der Gesamtfahrzeugberechnung über die Bremskreise (2, 4) hinweg bestehen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

